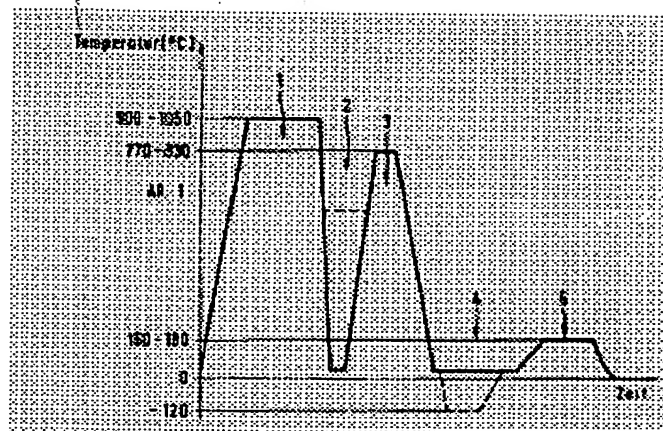


## Thermochemical-thermal treatment of case hardening steels - with deep cooling between hardening and tempering

Patent number: DE4204982  
Publication date: 1993-08-26  
Inventor: HACKER EMIL [DE]  
Applicant: HOECHSTADTER MASCHINENFABRIK S [DE]  
Classification:  
- international: C21D1/18; C23C8/22; C23C8/32  
- european: C21D1/18; C21D1/78; C21D6/04; C23C8/22; C23C8/32  
Application number: DE19924204982 19920219  
Priority number(s): DE19924204982 19920219

### Abstract of DE4204982

Thermochemical-thermal treatment of case hardening steels comprise the following steps. Case hardening or carbo-nitriding (1) takes place at 900 to 1950 deg.C. This is followed by quenching (2) down to a temp. below the Ar1 point at a rate chosen to avoid cementite precipitation at grain boundaries. The subsequent hardening process (3) involves heating at a rate from 20 to 80 deg.C/min and holding at 770 to 830 deg.C for 5 to 15 min. The treatment is concluded by tempering (5). Deep cooling (5) down to -70 to 120 deg.C is foreseen between the hardening (4) and tempering (6) processes. The structure in the boundary zone has finely dispersed inter-crystalline carbide precipitations, with an area greater than 8 per cent of the total and a grain size finer than 10 according to ASTM E112. USE/ADVANTAGE - For mfr. of components of internal combustion engines. Improves the wear resistance of severely loaded components also under unfavourable lubricating conditions.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



① BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 42 04 982 A 1

⑤ Int. Cl. 5:  
C 23 C 8/22  
C 23 C 8/32  
C 21 D 1/18

② Aktenzeichen: P 42 04 982.2  
③ Anmeldetag: 19. 2. 92  
④ Offenlegungstag: 26. 8. 93

DE 42 04 982 A 1

⑦ Anmelder:

Höchstadter Maschinenfabrik Schaeffler KG, 8552  
Höchstadt, DE

⑦ Erfinder:

Hacker, Emil, 8521 Aurachtal, DE

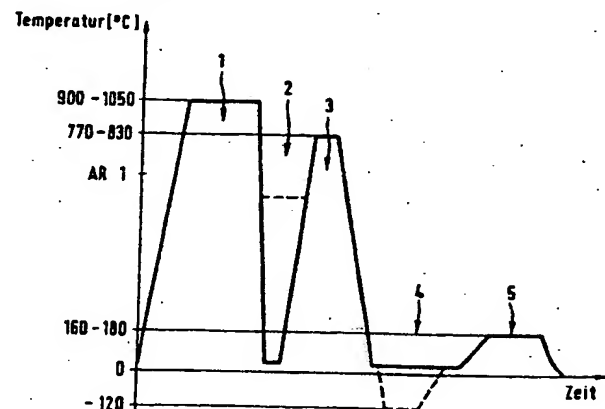
⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

US	39 22 181
US	22 60 249
SU	13 57 441 A1
SU	65 612

⑤ Verfahren zur thermochemisch-thermischen Behandlung von Einsatzstählen

⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur thermochemisch-thermischen Behandlung von Einsatzstählen, das wirtschaftlich durchführbar ist und bei dem die behandelten Stähle verbesserte tribologische Eigenschaften aufweisen. Das Verfahren umfaßt:

- eine Einsatzhärtung oder Carbonitrierung bei 900 bis 1050°C mit einer übereutektoiden Aufkohlung gegebenenfalls mit Aufstickung auf einen C-Gehalt in der Randzone von > 1% aber kleiner als die maximale Löslichkeit von Kohlenstoff im Austenit,
- eine Abkühlung unter den AR 1-Punkt,
- einen Härteprozeß,
- eine Tiefkühlung zwischen -70 und -120°C und
- einen Anlaßvorgang.



DE 42 04 982 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 06. 93 308 034/01

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur thermochemisch-thermischen Behandlung von Einsatzstählen, welches eine Einsatzhärtung oder Carbonitrierung bei einer Temperatur oberhalb des AC 3-Punktes des Kernwerkstoffes, die mit einer Aufkohlung oder einer Aufkohlung mit Aufstickung der Randzone verbunden ist, einen Härteprozeß mit anschließender Abschreckung und einen Anlaßvorgang umfaßt.

Aus der GB-OS 22 09 058 ist ein derartiges Behandlungsverfahren für Einsatzstähle bekannt, mit dem die Resistenz des Werkstoffs von Wälzlagerbauteilen gegen Wälzermüdung bei ungünstigen Schmierbedingungen, insbesondere bei verschmutzten Schmierstoffen, verbessert wird.

Dieses Verfahren sieht vor, daß zunächst eine reine Aufkohlung der Randzone auf einen C-Gehalt von 0,7 bis 1,1% C bei einer Temperatur von 930°C erfolgt. Im Anschluß an die darauffolgende Abkühlung auf Raumtemperatur wird eine zweite Wärmebehandlung bei einer Temperatur von 830°C bis 870°C durchgeführt, die mit einer Nitrierung bzw. Carbonitrierung kombiniert ist. Nach dem anschließenden Abschrecken auf Raumtemperatur werden die Bauteile bei einer Temperatur von 160°C und einer Haltedauer von zwei Stunden angelassen.

Das entstehende Gefüge weist dann in der Randzone einen Austenitgehalt von 20 bis 45 Vol.-% und einen Carbid- oder Nitridgehalt von 3 bis 15 Vol.-% auf.

Die nach diesem Verfahren behandelten Wälzlagerbauteile weisen tatsächlich verbesserte Eigenschaften hinsichtlich der Wälzermüdung und der Verschleißfestigkeit auf, die jedoch für hochbeanspruchte Bauteile wie z. B. Tassenstößel im Ventiltrieb von Brennkraftmaschinen wegen des hohen Restaustenitanteils nicht ausreichen. Darüberhinaus erfordert das Verfahren unter anderem eine sehr lange Haltezeit bei der zweiten Wärmebehandlungsstufe, so daß die Durchführung des Verfahrens mit erheblichen Kosten verbunden ist.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein thermochemisch-thermisches Behandlungsverfahren vorzuschlagen, das wirtschaftlich durchführbar ist und die Verschleißfestigkeit hochbeanspruchter Bauteile auch bei ungünstigen Schmierbedingungen verbessert.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß das Verfahren folgende Verfahrensschritte in der angegebenen Reihenfolge umfaßt:

- Eine Einsatzhärtung oder Carbonitrierung bei einer Temperatur von 900 bis 1050°C, wobei eine übereutektoide Aufkohlung oder eine übereutektoide Aufkohlung mit Aufstickung der Randzone erfolgt, und der Kohlenstoffgehalt bzw. Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt in der Randzone größer als 1 Gew.-% aber kleiner als die durch die S-E-Linie im Zustandsdiagramm des Werkstoffs in Abhängigkeit von der Temperatur definierte maximale Löslichkeit des Kohlenstoffs im Austenit ist;
- eine Abkühlung auf einen Wert unterhalb des  $A_{r1}$ -Punktes mit einer Abschreckgeschwindigkeit, bei der eine Korngrenzenzementitausscheidung vermieden ist;
- einen Härteprozeß mit einer Aufheizgeschwindigkeit von 20 bis 80°C/Minute, einer Temperatur von 770 bis 830°C und einer Haltedauer von 5 bis 15 Minuten.

Durch die hohen Temperaturen während der Aufkohlung bzw. Carbonitrierung von 900 bis 1050°C wird die Haltezeit erheblich verringert. Sie sind gleichzeitig Voraussetzung, daß im Austenit ein hohes Lösungsvermögen für Kohlenstoff und Stickstoff vorliegt und mithin ein Kohlenstoffgehalt von mehr als 1 Gew.-% in der Randzone erreicht werden kann. Das Kohlenstoff- und Stickstoffpotential in der Atmosphäre ist während dieser Phase allerdings auf die maximale Löslichkeit von Kohlenstoff und Stickstoff im Austenit abzustimmen. Diese Löslichkeit ergibt sich auf der S-E-Linie im Eisenkohlenstoff-Diagramm. Überschreitet das Kohlenstoffpotential in der Atmosphäre nämlich die maximale Löslichkeit von Kohlenstoff im Austenit erfolgt eine Überkohlung, mit der Folge, daß Korngrenzenzementit ausgeschieden wird. Die Haltezeit während des Einsetzens bzw. Carbonitrierens bestimmt sich im konkreten Fall nach der geforderten Einhärtetiefe.

Nach dem Einsatzhärten oder Carbonitrieren erfolgt eine schnelle Unterkühlung des Gefüges durch Abschrecken auf Raumtemperatur. Damit wird die Zementitausscheidung an den Austenitkorngrenzen unterdrückt und es entsteht ein Gefüge aus Martensit und hohem Restaustenitanteil von 40 bis 90 Vol.-%. Eine direkte Unterkühlung im Ofen mit anschließender isothermer Umwandlung bei Temperaturen unter dem  $A_{c1}$ -Punkt ist ebenfalls möglich.

Dieser ersten Behandlungsstufe schließt sich eine zweite Wärmebehandlung an, bei der der Werkstoff auf eine Temperatur zwischen 770 und 830°C, vorzugsweise 790 bis 810°C, mit einer für Durchlaufhärtöfen typischen Aufheizgeschwindigkeit von 20 bis 80°C pro Minute und einer Haltezeit zwischen 5 und 15 Minuten an, der dann eine übliche Ölabschreckung folgt. Durch diese zweite Wärmebehandlung wird erreicht, daß sich bei der geregelten Erwärmung auf die Austenitisierungstemperatur der hohe Anteil gelöster Stickstoff- und Kohlenstoffatome in Form feinstdisperser Karbide und Carbonitride gleichmäßig fein verteilt, innerhalb der Kristalle ausscheidet. Da bei der niedrigen zweiten Wärmebehandlungstemperatur das Lösungsvermögen des Austenits für Kohlenstoff deutlich niedriger liegt als bei der ersten hohen Behandlungstemperatur, wird ein Teil der ausgeschiedenen Karbide bzw. Carbonitride im Austenit nicht gelöst. Die Austenitisierung selbst, das heißt die Haltezeit auf der Austenitisierungstemperatur, darf dagegen nur kurzzeitig erfolgen, um eine Karbidvergrößerung zu vermeiden. Nach der anschließenden martensitischen Abschreckung, die durch die Ölabschreckung erreicht wird, liegt ein Gefüge vor, das neben feinst nadeligem Martensit einen Restaustenitanteil von 25 bis 40% und zahlreiche, feinste Karbide mit einem Flächenanteil zwischen 8 und 25% aufweist. Außerdem zeigt das Gefüge eine sehr feine Bruchkorngröße.

Diesem zweiten Behandlungsschritt kann sich dann direkt ein Anlassen bei 160 bis 180°C und zwei Stunden Haltedauer anschließen. Eine höhere Anlaßtemperatur bis 300°C ergibt noch eine hinreichend hohe Härte von mindestens 58 HRC.

Bei einem bevorzugten erfindungsgemäßen Verfahren ist jedoch vorgesehen, vor dem Anlassen eine Tiefkühlbehandlung bis -120°C durchzuführen, bei der der Restaustenitanteil im Gefüge auf 5 bis 20% abgesenkt wird.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren zur thermochemisch-thermischen Behandlung werden dem Werkstoff Eigenschaften wie eine hohe Verschleißfestigkeit

und eine hohe Zähigkeit verliehen.

Ein nach dem Verfahren behandelter Einsatzstahl zeichnet sich dadurch aus, daß das Gefüge in der Randzone feinstdisperse, intrakristalline Karbidausscheidungen mit einem Flächenanteil größer 8% und eine Bruchkorngröße feiner 10 nach Jernkontoret Bruchprobensatz bzw. Korngröße nach ASTM E112 feiner 10 aufweist.

Die einzige Figur zeigt schematisch das erfindungsgemäße Verfahren zur thermochemisch-thermischen Behandlung von Einsatzstahl. In der mit 1 bezeichneten Phase erfolgt die Carbonitrierung oder Einsatzhärtung bei einer Temperatur von 900 bis 1050°C. Dieser Phase schließt sich eine zweite Phase 2 an, in der eine schnelle Unterkühlung des Gefüges erreicht wird. Dies kann dadurch erfolgen, daß, wie es die durchgezogene Linie darstellt, ein Abschrecken auf Raumtemperatur erfolgt oder durch, wie gestrichelt dargestellt ist, eine Unterkühlung im Ofen mit anschließender quasi isothermer Umwandlung bei Temperaturen unter AR1. In einer dritten Phase 3 wird der Werkstoff auf Austenitisierungstemperatur zwischen 770 und 830°C erwärmt, wobei sich Stickstoff- und Kohlenstoffatome in Form von feinstdispersen Karbiden fein verteilt ausscheiden. Zur Vermeidung von Karbidvergrößerungen ist die Haltezeit auf der Austenitisierungstemperatur nur kurz.

In einer vierten Phase 4 erfolgt die Abkühlung auf Raumtemperatur oder wahlweise, wie gestrichelt dargestellt, eine Unterkühlung bis -120°C. Anschließend wird der Werkstoff in Phase 5 bei einer Temperatur von 160 bis 180°C und einer Haltezeit von zwei Stunden angelassen.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Korbnitrieren oder Einsatzhärten
- 2 Abkühlung
- 3 Austenitisieren
- 4 Abkühlung
- 5 Anlassen

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur thermochemisch-thermischen Behandlung von Einsatzstählen, welches eine Einsatzhärtung oder Carbonitrierung bei einer Temperatur oberhalb des AC 3-Punktes des Kernwerkstoffes vorsieht, wobei eine Aufkohlung oder eine Aufkohlung mit Aufstickung der Randzone erfolgt, einen Härteprozeß mit Abschreckung und einen Anlaßvorgang umfaßt, dadurch gekennzeichnet, daß die Einsatzhärtung oder Carbonitrierung bei einer Temperatur von 900 bis 1050°C mit einer übereutektoiden Aufkohlung oder einer übereutektoiden Aufkohlung mit Aufstickung der Randzonen auf einen Kohlenstoffgehalt bzw. Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt größer 1 Gew.% aber kleiner als die durch die S-E-Linie im Zustandsdiagramm des Werkstoffs in Abhängigkeit von der Temperatur definierte maximale Löslichkeit des Kohlenstoffs im Austenit und daß der Einsatzhärtung oder Carbonitrierung eine Abkühlung auf einen Wert unterhalb des AR 1-Punktes folgt, wobei die Abschreckgeschwindigkeit so gewählt ist, daß eine Korngrenzementitausscheidung vermieden ist, und daß sich der Abkühlung ein Härteprozeß mit einer Aufheizgeschwindigkeit von 20 bis 80°C pro Minute und einer Haltedauer von 5 bis 15 Minuten bei ei-

ner Temperatur von 770 bis 830°C anschließt, dem dann der Anlaßvorgang folgt.

2. Verfahren zur thermochemisch-thermischen Behandlung von Einsatzstählen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Härten und dem Anlaßvorgang eine Tiefkühlung bei einer Temperatur von -70 bis -120°C vorgesehen ist.

3. Nach dem Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 behandelter Einsatzstahl, dadurch gekennzeichnet, daß das Gefüge in der Randzone feinstdisperse intrakristalline Karbidausscheidungen mit einem Flächenanteil größer 8% und eine Bruchkorngröße feiner 10 nach Jernkontoret Bruchprobensatz bzw. eine Korngröße feiner 10 nach ASTM E112 aufweist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

